

Title	1.厳密解が解析的に表現できる量子Heisenbergスピン系の研究(千葉大学大学院理学研究科物理学専攻,修士論文題目・アブストラクト(1988年度))
Author(s)	浜田, 健彦
Citation	物性研究 (1989), 52(6): 702-703
Issue Date	1989-09-20
URL	http://hdl.handle.net/2433/93746
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

6. K_2ZnF_4 中に孤立させた Cu^{2+} イオンの EPR: 孤立 Cu^{2+} の
Jahn-Teller 効果 山口 雄 二
7. イオンビームスパッター法により作成された NbC 薄膜の
EXAFS による局所構造解析 常 木 修
8. Nb/Nb_{1-x}Sn_x 多層膜超伝導体の研究 田 口 充
9. 二元スパッターガンによる Nb/Zr 金属人工格子膜の作成と
その特性についての研究 早 原 竜 二

1. 厳密解が解析的に表現できる量子 Heisenberg スピン系の研究

浜 田 健 彦

磁気的な交換相互作用が競合するスピン系の量子基底状態を理解するための明確な描像は、まだ得られていないのが現状である。従って、厳密に量子固有状態を求めることができるモデルを用い、その諸性質を詳細に研究することが大切である。そこで、次のような均一でフラストレーションを持つ単純なモデルに対して、行列を数値的に対角化する方法を用いて有限のスピン数の量子固有状態を精密に求めた。

$$\mathcal{H} = -2J_1 \sum_{i=1}^N \vec{S}_i \cdot \vec{S}_{i+1} - 2J_2 \sum_{j=1}^{N/2} \vec{S}_{2j-1} \cdot \vec{S}_{2j+1} \quad (N+1=1)$$

このモデルにおいて、 $J_2 = -0.5 J_1$ (< 0) では基底状態が多重縮退をする。これは、局所的な波動関数が基底状態となることができるために起こるものであることが明らかとなった。また、あらゆる格子点間に singlet pair を考え、それらをすべて等価に加え合わせた、一様分配型 RVB 状態¹⁾ もこの多重縮退に参加する。この状態は、最隣接間에만 singlet pair を考える従来の RVB 描像を拡張して、遠くの直接は相互作用をしていないスピン間にも singlet pair を考えるという点で、量子状態を理解する上での新しい概念を提案するものである。

さらにこのモデルは、 $J_1 = J_2$ (< 0) において、隣同士のスピン間に規則的に singlet pair を並べた dimer 状態が基底となることを、厳密に証明することができる。そして、この基底状態と $S=1$ (triplet) の第一励起状態との間に、スピン数無限大においても有限なエネルギーギャップが存在する。

文 献

- 1) T. Hamada, J. Kane, S. Nakagawa and Y. Natsume, J. Phys. Soc. Jpn. 57 (1988) 1891.

2. 量子スピン系における拡張された Railroad trestle modeの基底状態

兼 淳 一

磁氣的相互作用の競合する量子スピン系においてフラストレーションと量子効果の関係は一般に明らかにされていない。特に、フラストレーションのある系においてはその基底状態は全くわからないというのが現状である。そこで、格子点にスピン1/2を局在させ、ハミルトニアンとしては交換相互作用を用いたモデルを考える。交換相互作用の強さとしては3種類を考えこれらはいずれもパラメータとして変化させうるとし、モデル上におけるフラストレーションの空間的な分布の仕方によって基底状態の性質の違いを検討することを試みた。扱ったモデルとしては図1のような拡張されたRailroad trestle modelである。フラストレーションの空間的な分布の仕方としては

- ① J_2 と J_3 が反強磁性的である場合はモデル全体に一樣にフラストレーションが広がっている。
- ② J_2 が強磁性的, J_3 が反強磁性的(またはその逆)である場合はモデルの上側(下側)にフラストレーションがかたよっている。

の2通りがある。これらの場合について J_1 の符号ならびに J_2, J_3 に対する相対的な強さを変化させて基底状態の移り変わり方の違いを調べた。その結果,

①の場合は, J_1 が相対的に強い強磁性である間は $\text{Total S(TS)} = \max$ が基底状態であるがそれ以外は $\text{TS} = 0$ が基底状態となる。

②の場合は, J_1 が強い強磁性から強い反強磁性まで符号, 相対的な強さを変化させると $\text{TS} = \max$ から 0 まで次々と基底状態が移り変わっていく。

ということが明らかになった。